

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-115440

(43)Date of publication of application : 27.04.1999

(51)Int.Cl.

B60G 17/015

(21)Application number : 09-280924

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 14.10.1997

(72)Inventor : SUZUKI SATOSHI

MURATA MASAHIRO

NAKAYAMA TOMOMI

SASAKI KAZUYA

IKEDA SHIGETERU

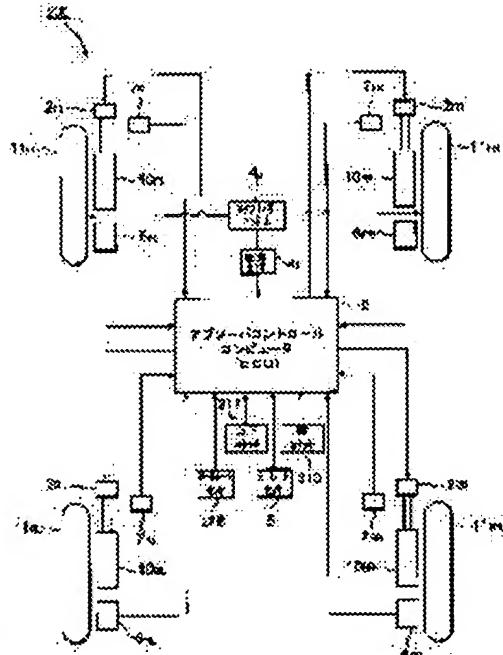
HASHIMOTO YOSHIYUKI

## (54) SUSPENSION DEVICE FOR VEHICLE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve the comfortableness of riding and operability of a vehicle by providing a control means for controlling an actuator so that the damping force of all shock absorbers is increased as a change of condition of a car body at the time of turning is larger.

**SOLUTION:** During the traveling of a vehicle, output signals from a yaw rate sensor 5, a roll rate sensor 226, a vertical G sensors 217 and a lateral G sensor 219 are input to an ECU 8, and the ECU 8 judges whether the output absolute value RR is larger than the threshold value CR or not. In the case of YES, the ECU 8 judges that a posture change of a car body in the roll direction is generated, and outputs the control signal for increasing the damping force of all shock absorbers 10FR-10RL provided in four wheels to actuators 2FR-2RL. On the other hand, in the case where the output absolute value RR at the threshold value CR or less is detected, the ECU 8 judges that the vehicle travels nearly straight or ordinarily turns, and performs ordinary sprung damping control such as sky hook control.



---

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 18.06.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3374394

[Date of registration] 29.11.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-115440

(43)公開日 平成11年(1999)4月27日

(51)Int.Cl\*

B 60 G 17/015

識別記号

F I

B 60 G 17/015

A

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全16頁)

(21)出願番号 特願平9-280924

(22)出願日 平成9年(1997)10月14日

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 鈴木 駿

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 村田 正博

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 中山 知視

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74)代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外1名)

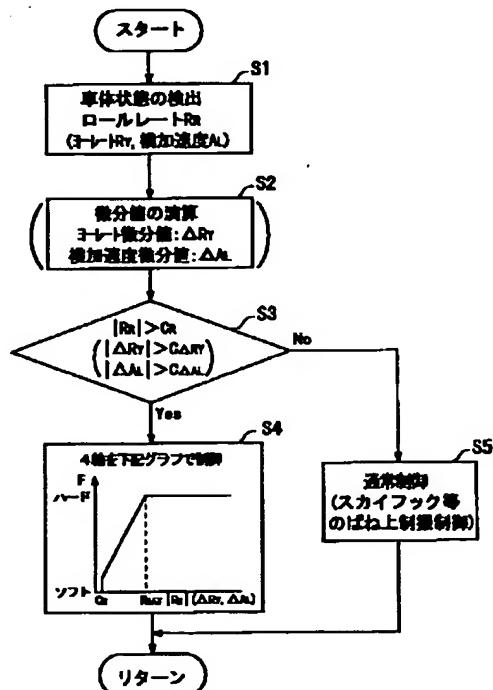
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 車両用懸架装置

(57)【要約】

【課題】 車両の乗り心地性及び操縦性を向上させることができる車両用懸架装置を提供する。

【解決手段】 車両200は、複数の車輪11FR, 11FL, 11RR, 11RLと車体201との間にそれぞれ設けられた伸縮速度の低速域における減衰力が可変可能な複数のショックアブソーバ10FR, 10FL, 10RR, 10RLを備える。ショックアブソーバ10FR, 10FL, 10RR, 10RLの減衰力は複数のアクチュエータ2FR, 2FL, 2RR, 2RLによってそれぞれ可変される。制御装置8は、旋回時の車体201の状態変化、すなわち車体201のロールレート、ヨーレートの微分値又は横加速度の微分値が大きいほど全てのショックアブソーバ10FR, 10FL, 10RR, 10RLの減衰力が増大するようアクチュエータ2FR, 2FL, 2RR, 2RLを制御する。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】複数の車輪と車体との間にそれぞれ設けられ伸縮速度の低速域における減衰力が可変可能な複数のショックアブソーバと、前記ショックアブソーバの減衰力を可変する複数のアクチュエータと、旋回時の前記車体の状態変化が大きいほど全ての前記ショックアブソーバの減衰力が増大するように前記アクチュエータを制御する制御手段と、を備える車両用懸架装置。

【請求項2】車輪と車体との間に設けられ伸縮速度の低速域における減衰力が可変可能なショックアブソーバと、前記ショックアブソーバの減衰力を可変するアクチュエータと、過渡旋回時の前記車体の状態変化又は定常旋回時の走行状態に応じて前記ショックアブソーバの減衰力が可変するように前記アクチュエータを制御する制御手段と、を備える車両用懸架装置。

【請求項3】前記状態変化は前記車体のロールレートであることを特徴とする請求項1又は2に記載の車両用懸架装置。

【請求項4】前記状態変化は前記車体のヨーレートの微分値であることを特徴とする請求項1又は2に記載の車両用懸架装置。

【請求項5】前記状態変化は前記車体の横加速度の微分値であることを特徴とする請求項1又は2に記載の車両用懸架装置。

【請求項6】前記制御手段は、旋回外側の方の前記ショックアブソーバの減衰力が旋回内側の方の前記ショックアブソーバの減衰力よりも大きくなるように前記アクチュエータを制御することを特徴とする請求項2に記載の車両用懸架装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ショックアブソーバの減衰力が制御される車両用懸架装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】車両用懸架装置は、一般的に車輪と車体との間に設けられるショックアブソーバを有している。従来のショックアブソーバの減衰力制御を行う装置は、特開平5-294122号公報に記載されている。この装置は、スカイフック理論に基づきばね上速度、ばね上とばね下の相対速度によりショックアブソーバの減衰係数を制御している。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の装置を搭載した車両用懸架装置においては、車両の乗心地性及び操縦性は十分とは言えない。本発明は、このような課題に鑑みてなされたものであり、車両の乗り心地性及び操縦性を向上可能な車両用懸架装置を提供することを目的とする。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】本発明に係る車両用懸架

10

2

装置は、複数の車輪と車体との間にそれぞれ設けられ伸縮速度の低速域における減衰力が可変可能な複数のショックアブソーバと、ショックアブソーバの減衰力を可変する複数のアクチュエータと、旋回時の車体の状態変化が大きいほど全てのショックアブソーバの減衰力が増大するようにアクチュエータを制御する制御手段とを備える。

【0005】本車両用懸架装置のショックアブソーバはアクチュエータにより伸縮速度の低速域における減速力を可変することができる。車両旋回時にはショックアブソーバの伸縮速度は低速であるため、制御手段はアクチュエータを制御して全てのショックアブソーバの減衰力を増大させ、車体のロールを減少させることができる。

【0006】本発明に係る車両用懸架装置は、車輪と車体との間に設けられ伸縮速度の低速域における減衰力が可変可能なショックアブソーバと、ショックアブソーバの減衰力を可変するアクチュエータと、過渡旋回時の車体の状態変化又は定常旋回時の走行状態に応じてショックアブソーバの減衰力が可変するようにアクチュエータを制御する制御手段とを備える。

【0007】本車両用懸架装置によれば、制御手段が、過渡旋回時には車体の状態変化に応じて、車体状態変化の生じない定常旋回時には、例えば車速、操舵角、ヨーレート又は横加速度等の車両走行状態に応じてショックアブソーバの減衰力が可変するようにアクチュエータを制御するので、車両の操縦性及び安定性を向上させることも可能である。

【0008】上記状態変化は、車体のロールレート、ヨーレートの微分値又は横加速度の微分値であることが好ましく、特に車体のロールはヨーレートの変化後に発生するため、ヨーレートの微分値に応じてショックアブソーバの減衰力を制御すれば、実際に車体ロールが生じる前にロールを抑制するように減衰力を制御することができる。

【0009】また、上記制御手段は、旋回外側の方のショックアブソーバの減衰力が旋回内側の方のショックアブソーバの減衰力よりも大きくなるようにアクチュエータを制御することを特徴とすることが好ましい。旋回時には旋回外輪側に荷重がかかり車体は旋回外方へロールしようとする。本制御では、旋回外側の方のショックアブソーバの減衰力が旋回内側の方のショックアブソーバの減衰力よりも大きくなるようにアクチュエータを制御するため、車体のロールを抑制することが可能である。

## 【0010】

【発明の実施の形態】以下、実施の形態に係る車両用懸架装置を搭載した車両について説明する。同一要素又は同一機能を有する要素には同一符号を用いるものとし、重複する説明は省略する。また、従来のものと同一の車両構成要素については、簡単のため説明を省略する。

【0011】図1は実施の形態に係る車両200を示す。

す。車両200は、車体201及び車体201下部に回転可能に設けられた右前輪11FR、左前輪11FL、右後輪11RR並びに左後輪11RLを備えている。前輪11FR、11FLはステアリングハンドル4aを操作することにより操舵され、前輪11FR、11FL又は/及び後輪11RR、11RLは図示しないエンジンの駆動力が伝達されて回転するため、車両200はこのエンジンの駆動によって走行するとともにハンドル4aの操作によってその進行方向を変えることができる。

【0012】それぞれの車輪11FR、11FL、11RR、11RLは、懸架装置211FR、211FL、211RR、211RLによって車体201に支持されている。それぞれの懸架装置211FR、211FL、211RR、211RLは、それぞれの車輪11FR、11FL、11RR、11RLと車体201との間に設けられたショックアブソーバ(ダンパー)10FR、10FL、10RR、10RLを備えている。懸架装置211FR、211FL、211RR、211RLは、車輪11FR、11FL、11RR、11RLを回転可能に支持する支持部材としてのナックルと車体201とを接続するロアアーム202FR、202FL、202RR、202RLを備えている。

【0013】ショックアブソーバ10FR、10FL、10RR、10RLは、ロアアーム202FR、202FL、202RR、202RLと車体201との間に配置されており、その長手方向両端間に加わる荷重に応じて長手方向に伸縮することができる。ショックアブソーバ10FR、10FL、10RR、10RLは、コイルスプリング203FR、203FL、203RR、203RL内を貫通している。コイルスプリング203FR、203FL、203RR、203RLの下端部は、ショックアブソーバ10FR、10FL、10RR、10RLの長手方向中央部外周面に固定されており、上端部は車体201に固定されている。

【0014】ショックアブソーバ10FR、10FL、10RR、10RLは、伸縮速度の低速域における減衰力が可変可能とされている。ショックアブソーバ10FR、10FL、10RR、10RLの減衰力は、車体201に設けられたアクチュエータ2FR、2FL、2RR、2RLを駆動することによって可変させられる。アクチュエータ2FR、2FL、2RR、2RLの駆動は、車体201内に配置されたアブソーバコントロールコンピュータ(ECU)8からアクチュエータ2FR、2FL、2RR、2RLに入力される制御信号によって制御される。したがって、ECU8はショックアブソーバ10FR、10FL、10RR、10RLの減衰力を制御する。

【0015】車両200は、各車輪11FR、11FL、11RR、11RL毎に設けられた車輪速センサ6FR、6FL、6RR、6RL及び車体の姿勢変化や加速度を測定する各種センサを備えている。ECU8は、これらの情報に基づいてショックアブソーバ10FR、10FL、10RR、10RLの減衰力を制御するが、この減衰力の制御については

後述する。次に、懸架装置についてさらに詳しく説明する。

【0016】図2は、図1に示した車両200を長手方向に垂直に切った車両200の断面図(I-I矢印断面図)であり、同図中には前輪用の懸架装置211FR、211FLが示されている。なお、後輪用の懸架装置211RR、211RLの構造は、前輪用の懸架装置211FR、211FLと同一なのでその説明を省略する。前輪11FR、11FLの内側には、ロアアーム202FR、202FLの一端が連結された車輪11FR、11FLを回転可能に支持するステアリングナックル206FR、206FLが設けられており、ステアリングナックル206FR、206FLの上端部にはアップアーム207FR、207FLの一端が連結されている。ロアアーム202FR、202FL及びアップアーム207FR、207FLの他端は、車体201に摆動可能に連結されている。

【0017】車両200が例えば左旋回を始めると、車体201は進行方向に平行なロールセンタRCの軸を中心右回転しようとし、車両重心Gには旋回による遠心力及びロールセンタRC回りのモーメントが加わり、車体201は旋回外側、すなわち右側に傾く。したがって、左側のショックアブソーバ10FL及びコイルスプリング203FLは、これに加わる荷重の減少に伴ってコイルスプリング203FLのばね力にしたがって伸長しようとし、右側のショックアブソーバ10FR及びコイルスプリング203FRは、これに加わる荷重の増加に伴ってコイルスプリング203FRのばね力に抗して収縮しようとする。

【0018】このような旋回中における左右のショックアブソーバ10FL、10FRの伸縮速度は0.05m/s以下の低速であり、車両直進中に小さな障害物を乗り越える時の伸縮速度よりも小さい。本ショックアブソーバ10FL、10FRは伸縮速度の低速域の減衰力を可変することができる。低速域の減衰力を可変することができるショックアブソーバ10FL、10FRとしては種々のものが考えられるが、本実施の形態に係る好適なショックアブソーバについて以下に説明する。

【0019】図3は、図2に示した右前輪用ショックアブソーバ10FRを含む懸架装置主要部をショックアブソーバ10FRの長手方向に沿って切った断面図(II-II矢印断面図)である。なお、残りのショックアブソーバ10FL、10RR、10RLの構造は、ショックアブソーバ10FRと同一なのでその説明を省略する。ショックアブソーバ10FRは、走行中のコイルスプリング203FRの振動を減衰させて車両の乗り心地を向上させると共に、車輪の接地性を高めて操縦安定性を向上させる役割を担うものであり、棒状を呈し車両状態に応じて伸縮可能な構造となっている。ショックアブソーバ10FRは、その上端が車体201に取り付けられ、その下端が図2に示したロアアーム202FRに固定された軸体13に取り付け

られている。

【0020】ショックアブソーバ10<sub>FR</sub>は、ピストンロッド16と外筒18とを備えている。外筒18の長手方向中央部外周にはこの外周を囲むように円環受皿型のガイド10aが固定されている。ピストンロッド16の上端部分にはブラケット10bが嵌止されており、ブラケット10bと車体201との間にはゴム部材10cが介在している。また、ガイド10aとブラケット10bの間にはコイルスプリング203<sub>FR</sub>が配設されており、このコイルスプリング203<sub>FR</sub>により車体201が弾力的に支えられている。

【0021】外筒18の内部には、内筒20が外筒18と同軸に配設されている。外筒18と内筒20との間には、環状室21が形成されている。外筒18の上端には、ロッドガイド22が嵌挿されている。ロッドガイド22は大径部22aと小径部22bとを有する円柱状の剛性部材である。小径部22bの外周面は内筒20の内周面と係合し、大径部22aの外周面は外筒18の内周面と係合している。ロッドガイド22には、その中央部に貫通孔が設けられている。この貫通孔には、ピストンロッド16が液密かつ摺動可能に挿通されている。また、外筒18の上端には、キャップ24が、その中央をピストンロッド16が貫通するように固定されている。

【0022】ピストンロッド16は、その下端部分を小径とした円柱状の中空部材である。ピストンロッド16はその小径部が内筒20の内部に収容されるように配置されている。ピストンロッド16には、内筒20の内部に収容される位置に、リバウンドストッパー26及びリバウンドストッパー28が装着されている。

【0023】リバウンドストッパー28は環状の剛性部材であり、ピストンロッド16の外周に固定されている。また、リバウンドストッパー26は弹性を有する環状部材であり、リバウンドストッパー28の上部に装着されている。ピストンロッド16が上方へ所定距離変位すると、リバウンドストッパー26がロッドガイド22と当接し、ピストンロッド16の更なる変位が規制される。

【0024】ピストンロッド16の下端部分には、上側からサブピストン30、メインピストン32の順でこれらが固定されている。内筒20の内部空間は、サブピストン30及びメインピストン32により、サブピストン30より上方の上室34と、サブピストン30とメインピストン32との間の中室36と、メインピストン32より下方の下室38とに区画されている。

【0025】サブピストン30及びメインピストン32は、それぞれ、上室34と中室36との間及び中室36と下室38との間での流体の流通を許容するオリフィス及び弁機構を備えており、ピストンロッド16の進退動に応じて減衰力を発生させる。

【0026】外筒18の下端には、ベースバルブ41が

10

固定されている。ベースバルブ41は、下室38と環状室21との流体の流通を許容するように構成されている。外筒18の内部には、油等の作動流体Foilが、内筒20の内部空間を充満すると共に、環状室21を所定の高さまで満たすように収容されている。

【0027】図4は、図3に示したショックアブソーバの領域IIIの拡大図である。図4の左半分には、上室34側から下室38側への流体の流通を許容する構成部分が示され、また、図4の右半分には下室38側から上室34側への流体の流通を許容する構成部分が示されている。なお、簡単のため作動流体Foilは図示しない。ピストンロッド16の内部には、その軸方向に貫通する通路40が設けられている。通路40は、大径部40aと、大径部40aの下方へ延びる小径部40bとを備えている。通路40の大径部40aと小径部40bとの境界部分には、段差40cが形成されている。この通路40の大径部40aには、上述のアクチュエータを駆動することによりピストンロッド16の長手方向に沿って移動可能な調整ロッド42が挿入されている。

20

【0028】調整ロッド42の上端は、ピストンロッド16の上部へ達しており、車体201に取り付けられるアクチュエータ2<sub>FR</sub>と係合している。アクチュエータ2<sub>FR</sub>は、ECU8からの信号に応じて調整ロッド42をピストンロッド16の長手方向に沿って移動させるものであり、例えば、ステッピングモータ及びギヤなどの駆動力伝達機構等により構成される。

30

【0029】調整ロッド42は、減衰力可変手段の構成部材の一つであり、通路40の大径部40aの内径よりも小さな外径を有する小径部42aと、小径部42aの下端部分に形成された円錐部42bとを備えている。調整ロッド42は、円錐部42bの先端が通路40の小径部40bへ進入するように配置されている。円錐部42bの外周面と、通路40の段差40cとの間にクリアランスCが形成されている。

40

【0030】調整ロッド42の外周の小径部42aより上方の部位にはOリング43が装着されている。Oリング43により、調整ロッド42の小径部42aの外周と通路40の大径部40aの内周との間に、環状の連通空間44が形成されている。この連通空間44は、クリアランスCを介して、通路40の小径部40bの内部空間と連通している。

【0031】ピストンロッド16には、その径方向に延びて、上室34と連通空間44とを連通する連通路46が設けられている。更に、ピストンロッド16には、その径方向に延びて、通路40の小径部40bの内部空間と中室36とを連通する連通路47が設けられている。

【0032】調整ロッド42は、図示しないネジ部において、通路40の大径部40aと螺合しており、その上端部がアクチュエータ2<sub>FR</sub>と係合している。このため、

50

アクチュエータ2<sub>FR</sub>により調整ロッド42を回転操作

し、これにより調整ロッド42の上下位置を変化させることで、クリアランスCを調整することができる。

【0033】ピストンロッド16の小径部分の外周には、上側から順にストッパプレート48、リーフシート49、リーフバルブ50、サブピストン30、リーフバルブ54、及びリーフシート56が嵌着されている。

【0034】リーフバルブ50、54は、薄板材より構成された低い曲げ剛性を有する部材である。サブピストン30の上端面及び下端面には、それぞれ、環状溝58及び60が設けられている。リーフバルブ50及び54は、それぞれ、環状溝58及び60を閉塞するように配設されている。また、サブピストン30には、環状溝58の内部空間と中室36とを連通する貫通路62、及び、環状溝60の内部空間と上室34とを連通する貫通路64が設けられている。

【0035】リーフバルブ50は、中室36の液圧が上室34の液圧に比して所定の開弁圧P1だけ高圧となつた場合に撓み変形することで開弁し、中室36から上室34へ向かう作動流体F<sub>OIL</sub>の流れを許容する。また、リーフバルブ54は、上室34の液圧が中室36の液圧に比して所定の開弁圧P2だけ高圧となつた場合に撓み変形することで開弁し、上室34から中室36へ向かう作動流体の流れを許容する。

【0036】サブピストン30の外周には、ピストンリング66が嵌着されている。ピストンリング66によりサブピストン30と内筒20との間のシール性が確保されている。ピストンロッド16の外周のリーフシート56の更に下方には、上側から順に、中空の連通部材68、リーフシート70、スペーサ72、スプリングシート74、及びスペーサ76が嵌着されている。

【0037】連通部材68は、その径方向を貫通し、ピストンロッド16の連通路47と連通する連通路77を備えている。また、スペーサ76の外周には、スプリングシート78が軸方向に摺動可能に嵌着されている。スプリングシート74とスプリングシート78との間に、スプリング80が配設されている。

【0038】ピストンロッド16の外周のスペーサ76の更に下方には、上側から順に、リーフバルブ82、メインピストン32、及びリーフバルブ86が嵌着されている。メインピストン32の上端面には、複数のシート面92が設けられている。また、メインピストン32の下端面には、複数のシート面94が、シート面92に対応しない位置に設けられている。リーフバルブ82及び86は複数枚の薄板材を重ねてなる部材であり、それぞれシート面92及び94の頂面に当接するように配設されている。また、メインピストン32の外周にはピストンリング95が嵌着されている。ピストンリング95により、メインピストン32と内筒20との間のシール性が確保されている。

【0039】メインピストン32には、また、その軸方

向を貫通する貫通路96及び98が設けられている。貫通路96は、その上端部においてシート面92の間の凹部に開口し、その下端部においてシート面94の頂面に開口するように構成されている。また、貫通路98は、その上端部においてシート面92の頂面に開口し、その下端部においてシート面94の間の凹部に開口するように構成されている。

【0040】リーフバルブ82を構成する最もメインピストン32側の薄板材には、リーフバルブ82がシート面92に当接した状態で、貫通路98と中室36とを連通させる第1オリフィス(図示せず)が形成されている。

【0041】ピストンロッド16の外周のリーフバルブ86の更に下方には、スリーブ状のスペーサ198が嵌着されている。また、ピストンロッド16の下端部にはネジ部16cが形成されており、このネジ部16cにはスプリングシート100が螺着されている。スペーサ198の外周にはスプリングシート102が軸方向に摺動可能に嵌着されている。スプリングシート102とスプリングシート100との間にはスプリング104が配設されている。

【0042】ピストンロッド16の小径部分の下端には、通路40を塞ぐクリュー105が嵌着されている。このため、通路40と下室38との連通は遮断され、通路40はリーフバルブ82、86が閉じた状態において上室34及び中室36とのみ連通している。

【0043】ピストンロッド16の下部の小径部分の外周に配設された部材は、ロアスプリングシート100により、大径部16aと小径部分との境界の段差面に向けて押圧されることで、ピストンロッド16に一体に固定されている。

【0044】リーフバルブ82及び86は、それぞれ、スプリング80及び104の付勢力により、メインピストン32のシート面92及び94の頂面に向けて押圧されている。リーフバルブ82は、下室38の液圧が中室36の液圧に比して所定の開弁圧P3以上の高圧になると、スプリング80の付勢力に抗して上向きに撓み変形することで開弁し、下室38から中室36へ向かう作動流体の流れを許容する。また、リーフバルブ86は、中室36の液圧が下室38の液圧に比して所定の開弁圧P4以上の高圧になると、スプリング104の付勢力に抗して下向きに撓み変形することで開弁し、中室36から下室38へ向かう作動流体の流れを許容する。

【0045】本実施の形態において、リーフバルブ50及び54が低剛性の薄板材より構成されていることで、これらの開弁圧P1、P2は非常に小さな値に設定されている。一方、リーフバルブ82、86がそれぞれスプリング80、104により押圧されていることで、これらの開弁圧P3及びP4は、開弁圧P1及びP2よりも大きな値に設定されている。

【0046】図5は、ショックアブソーバ10<sub>FR</sub>により実現される減衰力特性を示す。横軸はピストンロッド16の長手方向変位速度Vを示し、縦軸はショックアブソーバ10<sub>FR</sub>が発生する減衰力Fを示す。なお、以下の説明ではピストンロッド16が内筒20から退出する方向、すなわち、伸長方向に変位する場合の減衰力Fを正とする。

【0047】ピストンロッド16が伸長方向（正方向）に変位すると、上室34の容積が減少すると共に下室38の容積が増加する。これらの容積変化を補償するため、図3に示した作動流体F<sub>OIL</sub>が上室34から中室36を経て下室38へ流入する。更に、ピストンロッド16が内筒20から退出することで、内筒20の容積が増加する。この内筒20の容積の増加を補償するため、作動流体F<sub>OIL</sub>が環状室21からベースバルブ41を介して下室38へ流入する。

【0048】ピストンロッド16の変位速度Vが十分に低速である場合、上室34と中室36との間の差圧、及び、中室36と下室38との間の差圧は小さく、リーフバルブ54、及び、リーフバルブ86は何れも閉弁状態に保持される。このため、上室34内の作動流体F<sub>OIL</sub>は、ピストンロッド16の連通路46、連通空間44、クリアランスC、通路40の小径部40b、連通路47、及び連通部材68の連通路77からなる流路（以下、バイパス通路と称す）を通って、中室36へ流入する。また、中室36内の作動流体は、メインピストン32の貫通通路96及びリーフバルブ86に形成された第2オリフィス又は第1オリフィスを通って下室38へ流入する。作動流体F<sub>OIL</sub>がバイパス通路及びこれらのオリフィスを経由して流通する際には、流通抵抗に伴う減衰力が発生する。

【0049】ショックアブソーバ10が発揮する減衰力Fは、作動流体が上室34から中室36へ流通する際の流通抵抗R1に応じて発生する減衰力F<sub>a</sub>と、作動流体が中室36から下室38へ流通する際の流通抵抗R2に応じて発生する減衰力F<sub>b</sub>との和となる。このため、図5に符号A1で示す如く、減衰力Fは変位速度Vの増加に伴って大きな勾配で立ち上がる。

【0050】作動流体F<sub>OIL</sub>が上室34から中室36へ流通する際の流通抵抗R1が増加すると、上室34と中室36との間の差圧が上昇する。また、作動流体F<sub>OIL</sub>が中室36から下室38へ流通する際の流通抵抗R2が増加すると、中室36と下室38との間の差圧が上昇する。そして、上室34と中室36との間の差圧がリーフバルブ54の開弁圧P2に達するまで変位速度Vが上昇すると、リーフバルブ54が開弁する。以下、リーフバルブ54が開弁する際のピストンロッド16の変位速度V、及びショックアブソーバ10<sub>FR</sub>が発生する減衰力Fを、それぞれ、第1開弁速度V1、及び、第1開弁減衰力F1と称する。

【0051】上述の如く、本実施の形態においては、第1開弁減衰力F1が非常に小さな値、例えば、3~5kgfとなるように、リーフバルブ54の開弁圧P2を十分に小さく設定している。このようにリーフバルブ54の開弁圧P2が設定された場合、第1開弁速度V1は0.05m/s以下の非常に低い速度となる。

【0052】リーフバルブ54が開弁すると、上室34から中室36への流体の移動は、バイパス通路と共に貫通路64を介して行なわれるようになる。このため、作動流体F<sub>OIL</sub>が上室34から中室36へ向けて流通する際の流通抵抗R1が減少する。そして、流通抵抗R1が減少することで、図5に符号A2を付して示す如く、変位速度Vが第1開弁速度V1を上回った領域では、減衰力Fの増加勾配が減少する。

【0053】変位速度Vが更に増加し、中室36と下室38との間の差圧がリーフバルブ86の開弁圧P4に達すると、リーフバルブ86が開弁する。以下、リーフバルブ86が開弁する際の変位速度V及び減衰力Fを、それぞれ、第2開弁速度V2、及び、第2開弁減衰力F2と称する。本実施の形態においては、第2開弁減衰力F2が例えば50kgf程度になるように、リーフバルブ86の開弁圧P4を設定している。この場合、第2開弁速度V2は0.2m/s程度の値となる。

【0054】リーフバルブ86が開弁すると、中室36から下室38へ至る流路の流路面積が増大することで、作動流体F<sub>OIL</sub>が中室36から下室38へ向けて流通する際の流通抵抗R2は小さくなる。このため、図5に符号A3で示す如く、変位速度Vが第2開弁速度V2を上回った領域では、減衰力Fの増加勾配は更に減少する。

【0055】一方、ピストンロッド16が内筒20へ進入する方向、すなわち、収縮方向に変位する場合には、上室34の容積が増加すると共に、下室38の容積が減少する。これらの容積変化を補償するため、作動流体F<sub>OIL</sub>が、下室38から、中室36を経て、上室34へ流入する。また、ピストンロッド16が内筒20へ進入することで、内筒20の容積が減少する。かかる内筒20の容積減少を補償するため、作動流体が下室38からベースバルブ41を介して環状室21へ流出する。

【0056】本実施の形態において、リーフバルブ50の開弁圧P1は、リーフバルブ54の開弁圧P2とほぼ一致するように設定されている。このため、変位速度Vが第1開弁速度V1にほぼ等しいV1に達し、減衰力Fが第1開弁減衰力F1にほぼ等しいf1となった時点で、リーフバルブ50が開弁する。

【0057】また、リーフバルブ82の開弁圧P3は、リーフバルブ86の開弁圧P4に比して若干小さくなるように設定されている。このため、変位速度Vが第2開弁速度V2より小さいV2（例えば0.15m/s程度）に達し、減衰力Fが第2開弁減衰力F2より小さいf2（例えば30kgf程度）となった時点で、リーフ

11

バルブ82が開弁する。なお、以下、リーフバルブ50及び82が開弁する際のピストンロッド16の変位速度であるv1及びv2も、それぞれ第1開弁速度及び第2開弁速度と称し、また、リーフバルブ50及び82が開弁する際の減衰力Fであるf1及びf2も、それぞれ、第1開弁減衰力及び第2開弁減衰力と称する。

【0058】ピストンロッド16が収縮方向に変位する場合においても、ピストンロッド16が伸長方向へ変位する場合と同様に、ピストンロッド16の変位速度Vが第1開弁速度v1に達するまでは、図5に符号B1を付して示す如く、減衰力Fは比較的大きな勾配で立ち上がる。そして、変位速度Vが第1開弁速度v1に達すると、リーフバルブ50が開弁することで、図5に符号B2を付して示す如く、減衰力Fの増加勾配は減少する。更に、変位速度Vが第2開弁速度v2に達すると、リーフバルブ82が開弁することで、図5に符号B3を付して示す如く、減衰力Fの増加勾配は更に減少する。

【0059】このように、本ショックアブソーバ10FRによれば、ピストンロッド16の変位速度Vが、低速域（第1開弁速度V1、v1以下の領域）から、高速域（第1開弁速度V1、v1を超える領域）へと遷移するに応じて、順次、減衰力Fの増加勾配が減少するような減衰力特性が実現される。

【0060】ところで、バイパス通路の開度はクリアランスCの大きさに応じて変化する。バイパス通路の開度が大きいほど、作動流体FOILがバイパス通路を流通する際の流通抵抗は小さくなる。バイパス通路を流通する際の流通抵抗が小さくなると、一定の変位速度Vに対して生ずる上室34と中室36との間の差圧が小さくなり、減衰力Fが小さくなる。すなわち、図5に符号a1、b1を付して破線で示すように、減衰力特性の勾配は小さいものとなる。

【0061】したがって、クリアランスCを調整することで、ピストンロッド16の変位速度Vが第1開弁速度V1、v1よりも大きい領域、すなわち、高速域における減衰力特性をほぼ一定に維持しつつ、第1開弁速度V1、v1以下における減衰力特性を変化させることができる。上述の如く、第1開弁速度V1、v1は0.05m/s以下の低い値に設定されている。したがって、本実施の形態に係るショックアブソーバ10FRによれば、クリアランスCを変化させることによって、高速域における減衰力特性に影響を与えることなく、0.05m/s以下の低速域におけるショックアブソーバ10FRの減衰力特性のみを調整することができる。また、アクチュエータ2PRの駆動を制御してクリアランスCを段階的に変化させることにより、ピストンロッド16の低速域においてショックアブソーバ10FRの減衰力特性の勾配を段階的に可変することも可能となる。

【0062】本実施の形態に係るショックアブソーバ10FR、10FL、10RR、10RLを用いて走行実験を行つ

10 た。この結果、低速域における減衰力特性に依存して、車両の乗り心地及び操縦安定性が大きく変化した。例えば、クリアランスCを減少させて低速域における減衰力特性の勾配を増加させると、旋回走行時のステアリングの保有能力が大きくなることで、ステアリングの手応え感が増加する。また、低速域における減衰力特性の変化に

15 対して、旋回走行時の車両のローリング速度、及び、操

舵時における車両のヨーリング変化の応答性は敏感に変化する。したがって、本実施形態に係るショックアブソーバ10FRによれば、クリアランスCを調整し、低速域における減衰力特性を変化させることで、より最適な乗り心地及び操縦安定性を得ることができる。

【0063】なお、減衰力の制御対象となるショックアブソーバは、上述したショックアブソーバ10FRに限られるものではなく、伸縮速度の低速域で減衰力を可変可能としたものであれば、その他の構造のものであってもよい。

【0064】次に上述のショックアブソーバ10FR、10FL、10RR、10RLを備えた車両200のシステム構成について説明する。

【0065】図6は、本実施の形態に係る車両200のシステム構成を示す。車両200は、ステアリングハンドル4aの操舵角に応じた操舵角信号を出力する操舵角センサ4bと、それぞれの車輪11FR、11FL、11RR、11RLの回転速度に応じた車輪速信号を出力する車輪速センサ6FR、6FL、6RR、6RLとを備えている。また、車両200は、車体201のヨー方向の角速度に応じたヨーレート信号を出力するヨーレートセンサ5と、車体201の上下方向の加速度に応じた上下加速度信号を出力する上下Gセンサ217と、車体201の左右方向の加速度に応じた横加速度信号を出力する横Gセンサ219と、車体201のロール方向の角速度に応じたロールレート信号を出力するロールレートセンサ226と、車輪11FR、11FL、11RR、11RL位置毎の車体201に設けられて車輪位置毎の車体の上下加速度に応じた個別上下加速度信号を出力するGセンサ7FR、7FL、7RR、7RLとを備えている。これらの操舵角信号、車輪速信号、ヨーレート信号、上下加速度信号、横加速度信号、ロールレート信号及び個別上下加速度信号はECU

40 8に入力され、ECU8は入力された信号に基づいてショックアブソーバの減衰力制御及び各種の制御を行う。

【0066】図7は、ショックアブソーバ10FR、10FL、10RR、10RLの減衰力制御を説明するためのフローチャートである。ショックアブソーバの減衰力制御は種々のセンサの出力を用いて行うことができる。

【0067】まず、ロールレートセンサ226から出力されるロールレート信号R<sub>R</sub>を用いた制御について説明する。なお、本例ではステップS2の制御は行わない、また、ロールレート信号R<sub>R</sub>は、車体201のロール方向の姿勢変化率が大きいほど、その出力値が大きいもの

とする。

【0068】ステップS1では、ECU8は車両状態の一形態としての車体ロール運動を示すロールレート信号 $R_R$ を検出する。次に、ECU8はロールレート信号 $R_R$ の出力値絶対値 $|R_R|$ がしきい値 $C_R$ よりも大きいかどうかを判定し(S3)、大きいと判定される場合には車体201がロール方向に姿勢変化しているものと判断し、4輪に設けられた全てのショックアブソーバ10<sub>FR</sub>, 10<sub>FL</sub>, 10<sub>RR</sub>, 10<sub>RL</sub>の減衰力が、ロールレート信号 $R_R$ の出力値絶対値 $|R_R|$ の増加に伴って絶対値 $|R_R|$ が所定値 $R_{SAT}$ になるまで増加するような制御信号をアクチュエータ2<sub>FR</sub>, 2<sub>FL</sub>, 2<sub>RR</sub>, 2<sub>RL</sub>にそれぞれ出力する(ステップS4枠内グラフ参照)。

【0069】詳説すれば、ロールレート信号の出力値絶対値 $|R_R|$ がしきい値 $C_R$ 以上所定値 $R_{SAT}$ 以下の場合には、車体201のロールが旋回によって発生しているものと推定することができる。また、旋回時のショックアブソーバ10<sub>FR</sub>, 10<sub>FL</sub>, 10<sub>RR</sub>, 10<sub>RL</sub>の伸縮速度は低速である。本ショックアブソーバ10<sub>FR</sub>, 10<sub>FL</sub>, 10<sub>RR</sub>, 10<sub>RL</sub>は、伸縮速度の低速域における減衰力を可変することができる。ECU8は、この旋回時と判定される場合に、アクチュエータ2<sub>FR</sub>, 2<sub>FL</sub>, 2<sub>RR</sub>, 2<sub>RL</sub>に制御信号を出力するため、ショックアブソーバ10<sub>FR</sub>, 10<sub>FL</sub>, 10<sub>RR</sub>, 10<sub>RL</sub>の減衰力を可変することができる。出力値絶対値 $|R_R|$ が所定値 $R_{SAT}$ を越えると、ショックアブソーバ10<sub>FR</sub>, 10<sub>FL</sub>, 10<sub>RR</sub>, 10<sub>RL</sub>の伸縮速度は高速になるため、ショックアブソーバ10<sub>FR</sub>, 10<sub>FL</sub>, 10<sub>RR</sub>, 10<sub>RL</sub>自身の特性によりその減衰力は略一定となる。

【0070】また、ステップS3において、ロールレート信号 $R_R$ の出力値絶対値 $|R_R|$ がしきい値 $C_R$ 以下であると判定した場合、ECU8は車両200が略直進又は定常旋回しているものと判定して、スカイフック制御等の通常のばね上制振制御を行う(S5)。すなわち、ECU8は、車両200が直進走行しているものと判定した場合、スカイフック制御理論に基づき、ショックアブソーバ10<sub>FR</sub>, 10<sub>FL</sub>, 10<sub>RR</sub>, 10<sub>RL</sub>の減衰力を制御する制御信号をアクチュエータ2<sub>FR</sub>, 2<sub>FL</sub>, 2<sub>RR</sub>, 2<sub>RL</sub>に出力する。この車両直進走行時の制御においては、ECU8が上下Gセンサ217から出力される上下加速度信号に基づき、ばね上とばね下の相対速度を算出し、路面状況に応じた最適な制振効果が得られる減衰力を演算する。しかし後、ECU8は、ショックアブソーバ10<sub>FR</sub>, 10<sub>FL</sub>, 10<sub>RR</sub>, 10<sub>RL</sub>の減衰力が、演算された減衰力になるような制御信号をアクチュエータ2<sub>FR</sub>, 2<sub>FL</sub>, 2<sub>RR</sub>, 2<sub>RL</sub>に出力する。

【0071】なお、ECU8は、上下Gセンサ217の出力信号の代わりに車輪11<sub>FR</sub>, 11<sub>FL</sub>, 11<sub>RR</sub>, 11<sub>RL</sub>毎の上下加速度を検出するように車輪11<sub>FR</sub>, 11<sub>FL</sub>, 11<sub>RR</sub>, 11<sub>RL</sub>位置毎に設けられたGセンサ

7<sub>FR</sub>, 7<sub>FL</sub>, 7<sub>RR</sub>, 7<sub>RL</sub>の出力信号を用いてそれぞれのショックアブソーバ10<sub>FR</sub>, 10<sub>FL</sub>, 10<sub>RR</sub>, 10<sub>RL</sub>の減衰力制御を行ってもよいし、車輪11<sub>FR</sub>, 11<sub>FL</sub>, 11<sub>RR</sub>, 11<sub>RL</sub>の車体201に対する相対位置を検出するストロークセンサ(図示せず)からの出力を用いて、ばね上とばね下の相対速度を算出してもよい。

【0072】なお、車両200が直進している間は、ハンドル4aを大きく操作することはないので、舵角センサ4bから出力される操舵角信号からハンドル4aの操舵角が所定値以内であると判定することにより、車両200の直進状態を判定してもよい。

【0073】次に、ロールレートセンサ226に代えてヨーレートセンサ5から出力されるヨーレート信号 $R_Y$ を用いた制御について説明する。なお、ヨーレート信号 $R_Y$ は、車体201のヨー方向の角速度が大きいほど、その出力値が大きいものとする。

【0074】ステップS1では、ECU8は車両状態の一形態としてのヨー方向回転運動を示すヨーレート信号 $R_Y$ を検出する。次に、ECU8はロールレートを間接的に表すヨーレート信号 $R_Y$ の微分値を演算し(S2)、演算結果であるヨーレート信号 $R_Y$ の微分値の出力値絶対値 $|\Delta R_Y|$ が、しきい値 $C_{\Delta R_Y}$ よりも大きいかどうかを判定し(S3)、大きいと判定される場合には車体201がロール方向に姿勢変化しようとしているものと判断し、4輪に設けられた全てのショックアブソーバ10<sub>FR</sub>, 10<sub>FL</sub>, 10<sub>RR</sub>, 10<sub>RL</sub>の減衰力が、ヨーレート信号 $R_Y$ の微分値の出力値絶対値 $|\Delta R_Y|$ の増加に伴って絶対値 $|\Delta R_Y|$ が所定値 $R_{SAT}$ になるまで増加するような制御信号をアクチュエータ2<sub>FR</sub>, 2<sub>FL</sub>, 2<sub>RR</sub>, 2<sub>RL</sub>にそれぞれ出力する(S4)。

【0075】なお、ステップS3において、ヨーレート信号 $R_Y$ の微分値の出力値絶対値 $|\Delta R_Y|$ が、しきい値 $C_{\Delta R_Y}$ 以下であると判定した場合、ECU8は車両200が略直進又は定常旋回しているものと判定し、スカイフック制御等の通常のばね上制振制御を上記と同様に行う(S5)。

【0076】次に、ロールレートセンサ226に代えて横Gセンサ219から出力される横加速度信号 $A_L$ を用いた制御について説明する。なお、横加速度信号 $A_L$ は、車体201の幅方向の加速度が大きいほど、その出力値が大きいものとする。

【0077】ステップS1では、ECU8は車両状態の一形態としての横方向運動を示す横加速度信号 $A_L$ を検出する。次に、ECU8はロールレートを間接的に表す横加速度信号 $A_L$ の微分値を演算し(S2)、演算結果である横加速度信号 $A_L$ の微分値の出力値絶対値 $|\Delta A_L|$ が、しきい値 $C_{\Delta A_L}$ よりも大きいかどうかを判定し(S3)、大きいと判定される場合には車体201がロール方向に姿勢変化しようとしているものと判断し、4

15

$FL, 10_{RR}, 10_{RL}$ の減衰力が、横加速度信号  $A_L$  の微分値の出力値絶対値  $|\Delta A_L|$  の増加に伴って絶対値  $|\Delta A_L|$  が所定値  $R_{SAT}$  になるまで増加するような制御信号をアクチュエータ  $2_{FR}, 2_{FL}, 2_{RR}, 2_{RL}$  にそれぞれ出力する (S4)。

【0078】なお、ステップ S3において、横加速度信号  $A_L$  の微分値の出力値絶対値  $|\Delta A_L|$  が、しきい値  $C_{\Delta A_L}$  以下であると判定した場合、ECU8は車両200が略直進又は定常旋回しているものと判定し、スカイフック制御等の通常のばね上制振制御を上記と同様に行う (S5)。

【0079】図8は、ショックアブソーバ  $10_{FR}, 10_{FL}, 10_{RR}, 10_{RL}$  の別の減衰力制御を説明するためのフローチャートである。本制御においては、上記ロールレートセンサ226、ヨーレートセンサ9及び横Gセンサ219のいずれか1つの出力信号に加えて、車輪速信号及び操舵角信号を更に用いる。以下、詳説する。

【0080】まず、ロールレートセンサ226から出力されるロールレート信号  $R_R$  を用いた制御について説明する。なお、本例ではステップ S12の制御は行わない。また、ロールレート信号  $R_R$  は、車体201のロール方向の姿勢変化率が大きいほど、その出力値が大きいものとする。

【0081】ステップ S11では、ECU8は車両状態の一形態である車体ロール運動を示すロールレート信号  $R_R$  を検出する。次に、ECU8はロールレート信号  $R_R$  の出力値絶対値  $|R_R|$  がしきい値  $C_R$  よりも大きいかどうかを判定する (S13)。ステップ S13において、出力値絶対値  $|R_R|$  がしきい値  $C_R$  よりも大きいと判定される場合には、車体201がロール方向に姿勢変化しているものと判断し、左旋回時の旋回外輪 (右輪) 側のショックアブソーバ  $10_{FR}, 10_{RR}$  の減衰力が、ロールレート信号の出力値  $R_R$  の正方向への増加に伴って増加し、旋回内輪 (左輪) 側のショックアブソーバ  $10_{FL}, 10_{RL}$  の減衰力が、ロールレート信号の出力値  $R_R$  の正方向への増加に伴って減少するような制御信号をアクチュエータ  $2_{FR}, 2_{FL}, 2_{RR}, 2_{RL}$  にそれぞれ出力する。

【0082】ステップ S13において、出力値絶対値  $|R_R|$  がしきい値  $C_R$  よりも大きいと判定される場合に、車両が右旋回している場合には、右旋回時の旋回外輪 (左輪) 側のショックアブソーバ  $10_{FL}, 10_{RL}$  の減衰力が、ロールレート信号の出力値  $R_R$  の負方向への増加に伴って増加し、旋回内輪 (右輪) 側のショックアブソーバ  $10_{FR}, 10_{RR}$  の減衰力が、ロールレート信号の出力値  $R_R$  の負方向への増加に伴って減少するような制御信号をアクチュエータ  $2_{FR}, 2_{FL}, 2_{RR}, 2_{RL}$  にそれぞれ出力する (ステップ S16及びS17枠内グラフ参照)。

【0083】また、ステップ S13において、ロールレート信号  $R_R$  の出力値絶対値  $|R_R|$  がしきい値  $C_R$  以下

16

であると判定した場合、ECU8は車両200が略直進又は定常旋回しているものと判定することができるため、ステップ S14では車両挙動がこれらのいずれかであるかを判定する。

【0084】この判定には、図9に示す操舵角信号  $M_A$  と車速  $v$ との関係を示すグラフを用いる。すなわち、車速  $v$  が所定値以上であって、操舵角  $M_A$  が所定値以上の場合には、車両200が定常旋回しているものと見做すことができるため、車速  $v$  及び操舵角信号  $M_A$  が、図9 10 の領域 I 及び II 内の関係を満たす。また、車速  $v$  が所定値よりも小さい場合、又は操舵角  $M_A$  が所定値よりも小さい場合には、車両200が定常旋回しているものと見做すことができないため、車速  $v$  及び操舵角信号  $M_A$  が、図9の領域 I 及び II 外の関係を満たす。したがって、車輪速信号から得られる車速  $v$  及び操舵角信号  $M_A$  が、図9の領域 I 及び II 内の関係を満たす場合には、車両200は定常旋回しているものと判定することができ、満たさない場合には車両200は略直進又は車体挙動の極めて少ない運動をしているものと判定することができる。

【0085】ステップ S14において、車両200が定常旋回しているものと判定された場合には、ECU8は車速  $v$  及び操舵角信号  $M_A$  の積  $v \times M_A$  に応じて減衰力制御を行う。

【0086】すなわち、ステップ S14において、車両200が定常旋回しているものと判定された場合には、左旋回時の旋回外輪 (右輪) 側のショックアブソーバ  $10_{FR}, 10_{RR}$  の減衰力が、積  $v \times M_A$  の正方向への増加に伴って増加し、旋回内輪 (左輪) 側のショックアブソーバ  $10_{FL}, 10_{RL}$  の減衰力が、積  $v \times M_A$  の正方向への増加に伴って減少するような制御信号をアクチュエータ  $2_{FR}, 2_{FL}, 2_{RR}, 2_{RL}$  にそれぞれ出力する。

【0087】ステップ S14において、車両200が定常旋回しているものと判定された場合、車両が右旋回している場合には、右旋回時の旋回外輪 (左輪) 側のショックアブソーバ  $10_{FL}, 10_{RL}$  の減衰力が、積  $v \times M_A$  の負方向への増加に伴って増加し、旋回内輪 (右輪) 側のショックアブソーバ  $10_{FR}, 10_{RR}$  の減衰力が、積  $v \times M_A$  の負方向への増加に伴って減少するような制御信号をアクチュエータ  $2_{FR}, 2_{FL}, 2_{RR}, 2_{RL}$  にそれぞれ出力する (ステップ S18及びS19枠内グラフ参照)。

【0088】ステップ S14において、車両200が略直進又は車体挙動の極めて少ない運動をしていると判定された場合には、スカイフック制御等の通常のばね上制振制御を上述のステップ S5と同様に行う (S15)。

【0089】次に、ヨーレートセンサ9から出力されるヨーレート信号  $R_Y$  を用いた制御について説明する。なお、ヨーレート信号  $R_Y$  は、車体201ヨー方向のヨー角速度が大きいほど、その出力値が大きいものとする。

50

17

【0090】ステップS11では、ECU8は車両状態の一形態であるヨー方向角速度を有する運動を示すヨーレート信号 $R_y$ を検出する。次に、ECU8はヨーレート信号 $R_y$ の出力値の時間微分値 $\Delta R_y$ を演算し(S12)、微分値 $\Delta R_y$ がしきい値 $C_{\Delta R_y}$ よりも大きいかどうかを判定する(S13)。ヨーレートの微分値 $\Delta R_y$ は、ロールレートと対応させることができるために、間接的にロールレートを示している。

【0091】したがって、ステップS13において、微分値 $\Delta R_y$ がしきい値 $C_{\Delta R_y}$ よりも大きいと判定される場合には、車体201がロール方向に姿勢変化しようとしているものと判断し、左旋回時の旋回外輪(右輪)側のショックアブソーバ $10_{FR}$ ,  $10_{RR}$ の減衰力が、ヨーレート信号の出力値 $R_y$ の正方向への増加に伴って増加し、旋回内輪(左輪)側のショックアブソーバ $10_{FL}$ ,  $10_{RL}$ の減衰力が、ヨーレート信号の微分値 $\Delta R_y$ の正方向への増加に伴って減少するような制御信号をアクチュエータ $2_{FR}$ ,  $2_{FL}$ ,  $2_{RR}$ ,  $2_{RL}$ にそれぞれ出力する。

【0092】ステップS13において、微分値 $\Delta R_y$ がしきい値 $C_{\Delta R_y}$ よりも大きいと判定される場合には、車両が右旋回している場合には、右旋回時の旋回外輪(左輪)側のショックアブソーバ $10_{FL}$ ,  $10_{RL}$ の減衰力が、ヨーレート信号の微分値 $\Delta R_y$ の負方向への増加に伴って増加し、旋回内輪(右輪)側のショックアブソーバ $10_{FR}$ ,  $10_{RR}$ の減衰力が、ヨーレート信号の微分値 $\Delta R_y$ の負方向への増加に伴って減少するような制御信号をアクチュエータ $2_{FR}$ ,  $2_{FL}$ ,  $2_{RR}$ ,  $2_{RL}$ にそれぞれ出力する(ステップS16及びS17枠内グラフ参照)。

【0093】また、ステップS13において、ヨーレート信号 $R_y$ の微分値 $\Delta R_y$ がしきい値 $C_{\Delta R_y}$ 以下であると判定した場合、ECU8は車両200が略直進又は定常旋回しているものと判定することができるので、ステップS14では車両挙動がこれらのいずれかであるかを判定する。

【0094】この判定には、図9に示すヨーレート信号 $R_y$ と車速 $v$ との関係を示すグラフを用いる。すなわち、車速 $v$ が所定値以上であって、ヨーレート信号 $R_y$ が所定値以上の場合には、車両200が定常旋回しているものと見做すことができるので、車速 $v$ 及びヨーレート信号 $R_y$ が、図9の領域I及びII内の関係を満たす。また、車速 $v$ が所定値よりも小さい場合、又はヨーレート信号 $R_y$ が所定値よりも小さい場合には、車両200が定常旋回しているものとは見做すことができないので、車速 $v$ 及びヨーレート信号 $R_y$ が、図9の領域I及びII外の関係を満たす。したがって、車輪速信号から得られる車速 $v$ 及びヨーレート信号 $R_y$ が、図9の領域I及びII内の関係を満たす場合には、車両200は定常旋回しているものと判定することができ、満たさない場合には車両200は略直進又は車両挙動の極めて少

30

40

50

18

ない運動をしているものと判定することができる。

【0095】ステップS14において、車両200が定常旋回しているものと判定された場合には、ECU8は車速 $v$ 及びヨーレート信号 $R_y$ の積 $v \times R_y$ に応じて減衰力制御を行う。

【0096】すなわち、ステップS14において、車両200が定常旋回しているものと判定された場合には、左旋回時の旋回外輪(右輪)側のショックアブソーバ $10_{FR}$ ,  $10_{RR}$ の減衰力が、積 $v \times R_y$ の正方向への増加に伴って増加し、旋回内輪(左輪)側のショックアブソーバ $10_{FL}$ ,  $10_{RL}$ の減衰力が、積 $v \times R_y$ の正方向への増加に伴って減少するような制御信号をアクチュエータ $2_{FR}$ ,  $2_{FL}$ ,  $2_{RR}$ ,  $2_{RL}$ にそれぞれ出力する。

【0097】ステップS14において、車両200が定常旋回しているものと判定された場合、車両が右旋回している場合には、右旋回時の旋回外輪(左輪)側のショックアブソーバ $10_{FL}$ ,  $10_{RL}$ の減衰力が、積 $v \times R_y$ の負方向への増加に伴って増加し、旋回内輪(右輪)側のショックアブソーバ $10_{FR}$ ,  $10_{RR}$ の減衰力が、積 $v \times R_y$ の負方向への増加に伴って減少するような制御信号をアクチュエータ $2_{FR}$ ,  $2_{FL}$ ,  $2_{RR}$ ,  $2_{RL}$ にそれぞれ出力する(ステップS18及びS19枠内グラフ参照)。

【0098】ステップS14において、車両200が略直進又は車両挙動の極めて少ない運動をしていると判定された場合には、スカイフック制御等の通常のばね上制振制御を上述のステップS5と同様に行う(S15)。

【0099】次に、横Gセンサ219から出力される横加速度信号 $A_L$ を用いた制御について説明する。なお、横加速度信号 $A_L$ は、車体201幅方向の横加速度が大きいほど、その出力値が大きいものとする。

【0100】ステップS11では、ECU8は車両状態の一形態である横加速度を有する運動を示す横加速度信号 $A_L$ を検出する。次に、ECU8は横加速度信号 $A_L$ の出力値の時間微分値 $\Delta A_L$ を演算し(S12)、微分値 $\Delta A_L$ がしきい値 $C_{\Delta A_L}$ よりも大きいかどうかを判定する(S13)。横加速度の微分値 $\Delta A_L$ は、ロールレートと対応させることができるので、間接的にロールレートを示している。

【0101】したがって、ステップS13において、微分値 $\Delta A_L$ がしきい値 $C_{\Delta A_L}$ よりも大きいと判定される場合には、車体201がロール方向に姿勢変化しようとしているものと判断し、左旋回時の旋回外輪(右輪)側のショックアブソーバ $10_{FR}$ ,  $10_{RR}$ の減衰力が、横加速度信号の出力値 $R_L$ の正方向への増加に伴って増加し、旋回内輪(左輪)側のショックアブソーバ $10_{FL}$ ,  $10_{RL}$ の減衰力が、横加速度信号の微分値 $\Delta A_L$ の正方向への増加に伴って減少するような制御信号をアクチュエータ $2_{FR}$ ,  $2_{FL}$ ,  $2_{RR}$ ,  $2_{RL}$ にそれぞれ出力する。

【0102】ステップS13において、微分値 $\Delta A_L$ が

19

しきい値  $C_{\Delta AL}$  よりも大きいと判定される場合に、車両が右旋回している場合には、右旋回時の旋回外輪（左輪）側のショックアブソーバ  $10_{FL}, 10_{RL}$  の減衰力が、横加速度信号の微分値  $\Delta AL$  の負方向への増加に伴って増加し、旋回内輪（右輪）側のショックアブソーバ  $10_{FR}, 10_{RR}$  の減衰力が、横加速度信号の微分値  $\Delta AL$  の負方向への増加に伴って減少するような制御信号をアクチュエータ  $2_{FR}, 2_{FL}, 2_{RR}, 2_{RL}$  にそれぞれ出力する（ステップS16及びS17枠内グラフ参照）。

【0103】また、ステップS13において、横加速度信号  $AL$  の微分値  $\Delta AL$  がしきい値  $C_{\Delta AL}$  以下であると判定した場合、ECU8は車両200が略直進又は定常旋回しているものと判定することができるため、ステップS14では車両挙動がこれらのいずれかであるかを判定する。

【0104】この判定には、図9に示す横加速度信号  $AL$  と車速  $v$  の関係を示すグラフを用いる。すなわち、車速  $v$  が所定値以上であって、横加速度信号  $AL$  が所定値以上の場合には、車両200が定常旋回しているものと見做すことができるため、車速  $v$  及び横加速度信号  $AL$  が、図9の領域I及びII内の関係を満たす。また、車速  $v$  が所定値よりも小さい場合、又は横加速度信号  $AL$  が所定値よりも小さい場合には、車両200が定常旋回しているものとは見做すことができないため、車速  $v$  及び横加速度信号  $AL$  が、図9の領域I及びII外の関係を満たす。したがって、車輪速信号から得られる車速  $v$  及び横加速度信号  $AL$  が、図9の領域I及びII内の関係を満たす場合には、車両200は定常旋回しているものと判定することができ、満たさない場合には車両200は略直進又は車両挙動の極めて少ない運動をしているものと判定することができる。

【0105】ステップS14において、車両200が定常旋回しているものと判定された場合には、ECU8は車速  $v$  及び横加速度信号  $AL$  の積  $v \times AL$  に応じて減衰力制御を行う。

【0106】すなわち、ステップS14において、車両200が定常旋回しているものと判定された場合には、左旋回時の旋回外輪（右輪）側のショックアブソーバ  $10_{FR}, 10_{RR}$  の減衰力が、積  $v \times AL$  の正方向への増加に伴って増加し、旋回内輪（左輪）側のショックアブソーバ  $10_{FL}, 10_{RL}$  の減衰力が、積  $v \times AL$  の正方向への増加に伴って減少するような制御信号をアクチュエータ  $2_{FR}, 2_{FL}, 2_{RR}, 2_{RL}$  にそれぞれ出力する。

【0107】ステップS14において、車両200が定常旋回しているものと判定された場合、車両が右旋回している場合には、右旋回時の旋回外輪（左輪）側のショックアブソーバ  $10_{FL}, 10_{RL}$  の減衰力が、積  $v \times AL$  の負方向への増加に伴って増加し、旋回内輪（右輪）側のショックアブソーバ  $10_{FR}, 10_{RR}$  の減衰力が、積  $v \times AL$  の負方向への増加に伴って減少するような制御信

10

20

30

40

20

号をアクチュエータ  $2_{FR}, 2_{FL}, 2_{RR}, 2_{RL}$  にそれぞれ出力する（ステップS18及びS19枠内グラフ参照）。

【0108】ステップS14において、車両200が略直進又は車両挙動の極めて少ない運動をしていると判定された場合には、スカイフック制御等の通常のばね上制振制御を上述のステップS5と同様に行う（S15）。

【0109】以上、説明したように、上記実施の形態の車両は、複数の車輪  $11_{FR}, 11_{FL}, 11_{RR}, 11_{RL}$  と車体201との間にそれぞれ設けられ伸縮速度の低速域における減衰力が可変可能な複数のショックアブソーバ  $10_{FR}, 10_{FL}, 10_{RR}, 10_{RL}$  と、ショックアブソーバ  $10_{FR}, 10_{FL}, 10_{RR}, 10_{RL}$  の減衰力を可変する複数のアクチュエータ  $2_{FR}, 2_{FL}, 2_{RR}, 2_{RL}$  と、旋回時の車体201の状態変化、すなわち車体のロールレート、ヨーレートの微分値又は横加速度の微分値が大きいほど全てのショックアブソーバ  $10_{FR}, 10_{FL}, 10_{RR}, 10_{RL}$  の減衰力が増大するようにアクチュエータ  $2_{FR}, 2_{FL}, 2_{RR}, 2_{RL}$  を制御する（S4）制御手段8とを備える。

【0110】また、本車両の制御手段8は、過渡旋回時の車体201の状態変化又は定常旋回時の走行状態に応じてショックアブソーバ  $10_{FR}, 10_{FL}, 10_{RR}, 10_{RL}$  の減衰力が可変するようにアクチュエータ  $2_{FR}, 2_{FL}, 2_{RR}, 2_{RL}$  を制御する。

【0111】本車両によれば、制御手段8が、過渡旋回時（S16～S17）には車体201の状態変化に応じて、車体状態変化の生じない定常旋回時（S18～S19）には、例えば車速、操舵角、ヨーレート又は横加速度等の車両走行状態に応じてショックアブソーバの減衰力が可変するようにアクチュエータ  $2_{FR}, 2_{FL}, 2_{RR}, 2_{RL}$  を制御するので、車両の操縦性及び安定性を向上させることも可能である。この場合、制御手段8は、旋回外側の方のショックアブソーバ  $10_{FR}, 10_{FL}, 10_{RR}, 10_{RL}$  の減衰力が旋回内側の方のショックアブソーバ  $10_{FR}, 10_{FL}, 10_{RR}, 10_{RL}$  の減衰力よりも大きくなるようにアクチュエータ  $2_{FR}, 2_{FL}, 2_{RR}, 2_{RL}$  を制御する。すなわち、旋回時には旋回外輪側に荷重がかかり車体201は旋回外方へロールしようとするが、制御手段8は旋回外側の方のショックアブソーバの減衰力が旋回内側の方のショックアブソーバの減衰力よりも大きくなるようにアクチュエータ  $2_{FR}, 2_{FL}, 2_{RR}, 2_{RL}$  を制御するため、車体201のロールを抑制することができる。

【0112】

【発明の効果】以上、説明したように、本発明の車両によれば、制御手段がアクチュエータを制御して全てのショックアブソーバの減衰力を増大させたり、過渡旋回時の車体状態変化又は定常旋回時の走行状態に応じてショックアブソーバの減衰力を可変させるため、車両の操縦

50

21

性及び安定性を向上させることも可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】車両の斜視図。

【図2】図1に示した車両のI-I矢印断面図。

【図3】図2に示した懸架装置主要部のII-II矢印断面図。

【図4】図3に示したショックアブソーバの部分拡大図。

【図5】ショックアブソーバの減衰力の伸縮速度に対する関係を示すグラフ。

【図6】車両のシステムを示すシステム構成図。

22

【図7】ECUにおける減衰力制御を説明するためのフローチャート。

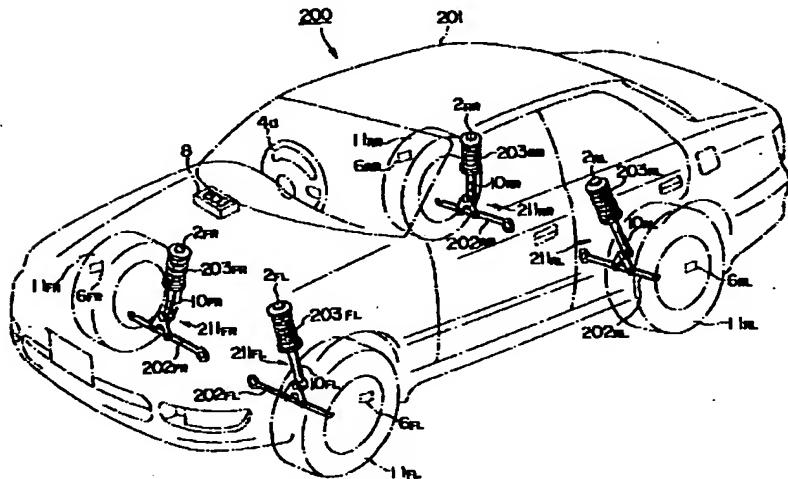
【図8】ECUにおける減衰力制御を説明するためのフローチャート。

【図9】操舵角、ヨーレート又は横Gと、車速との関係を示すグラフ。

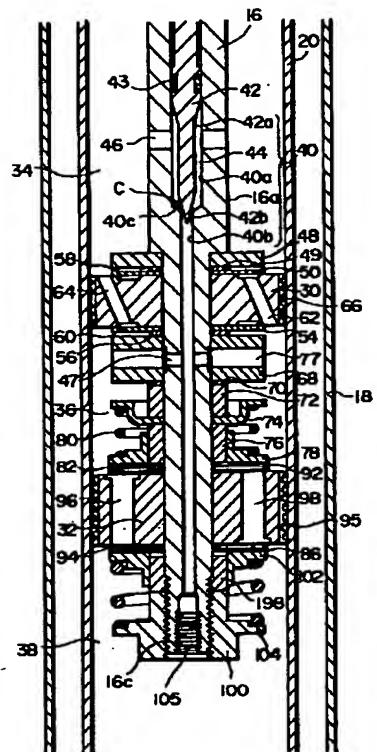
【符号の説明】

11FR, 11FL, 11RR, 11RL…車輪、201…車体、10FR, 10FL, 10RR, 10RL…ショックアブソーバ、2FR, 2FL, 2RR, 2RL…アクチュエータ、8…制御手段。

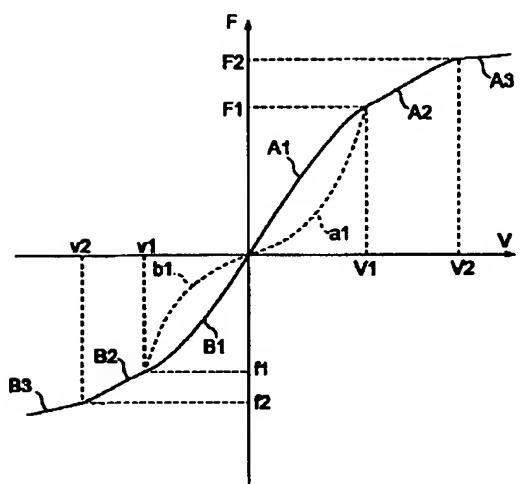
【図1】



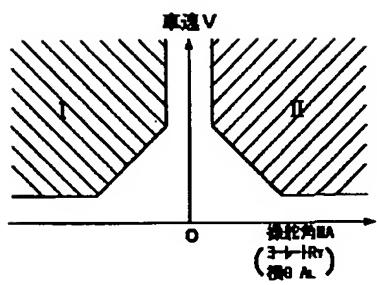
【図4】



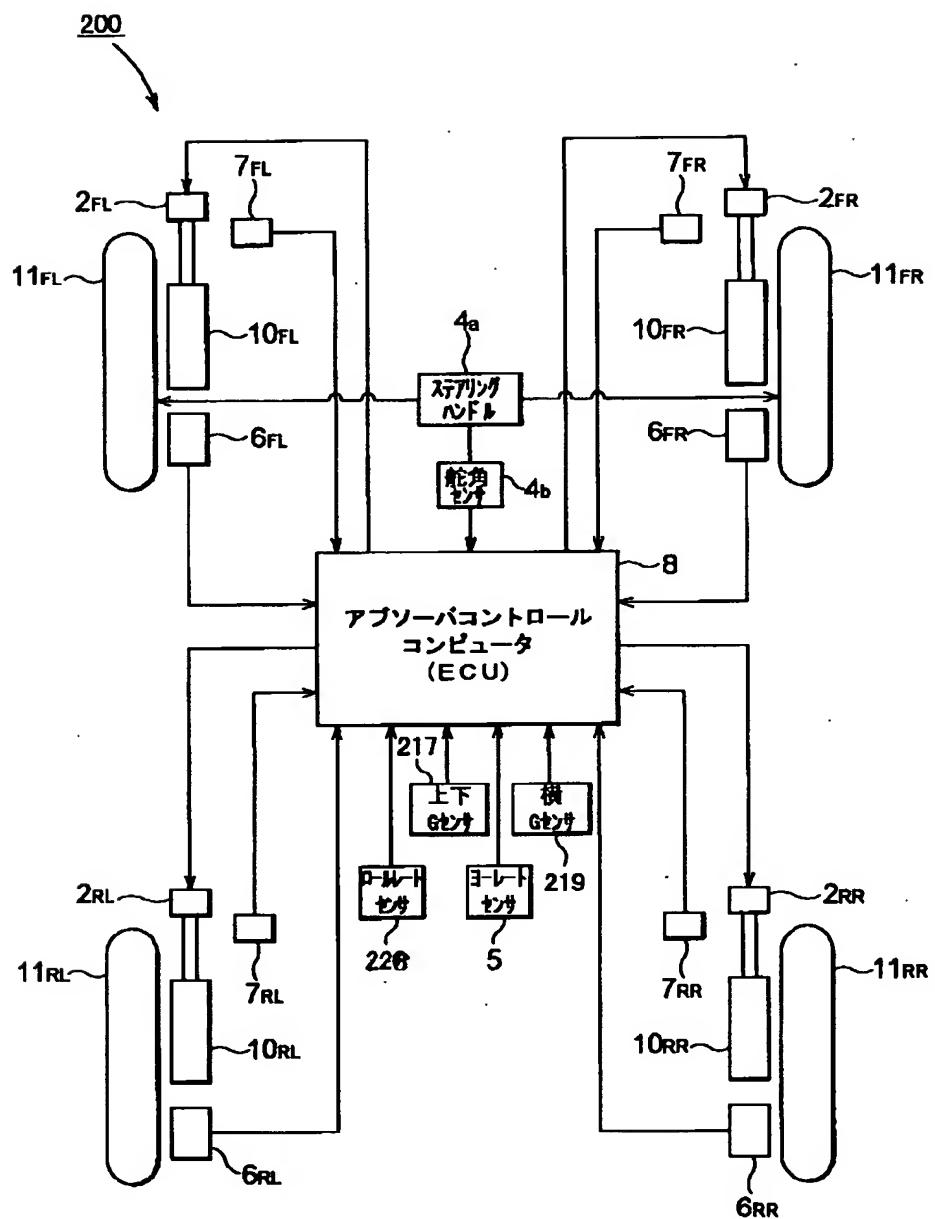
【図5】



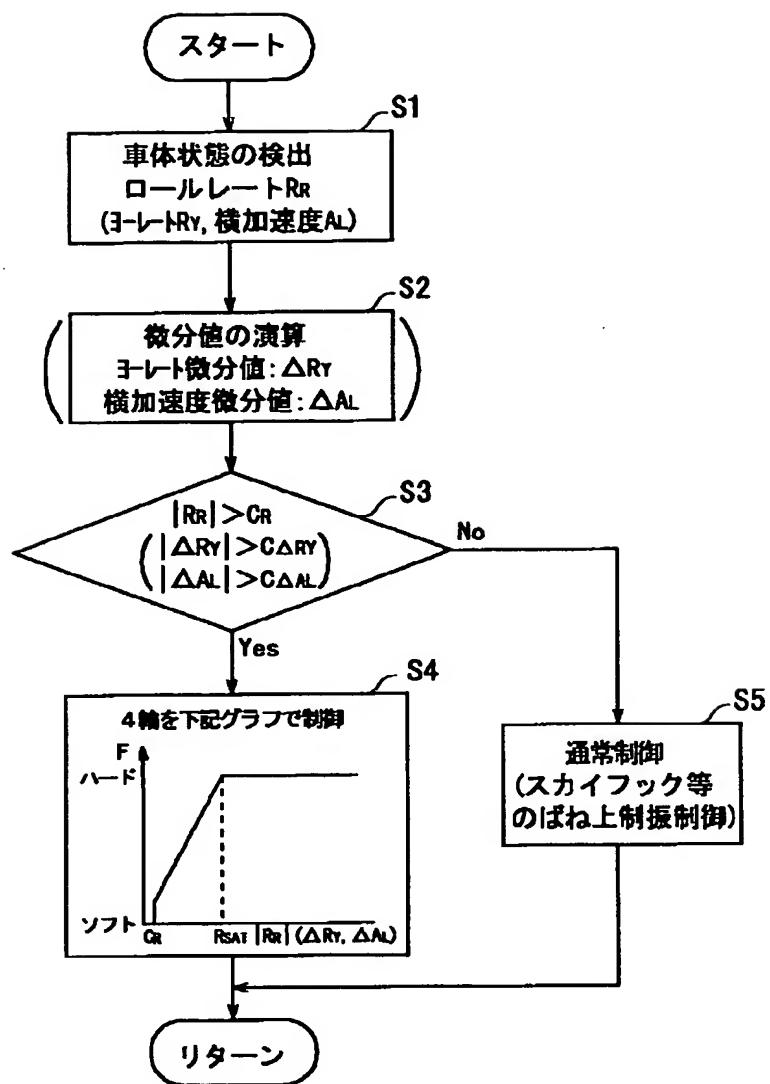
【図9】



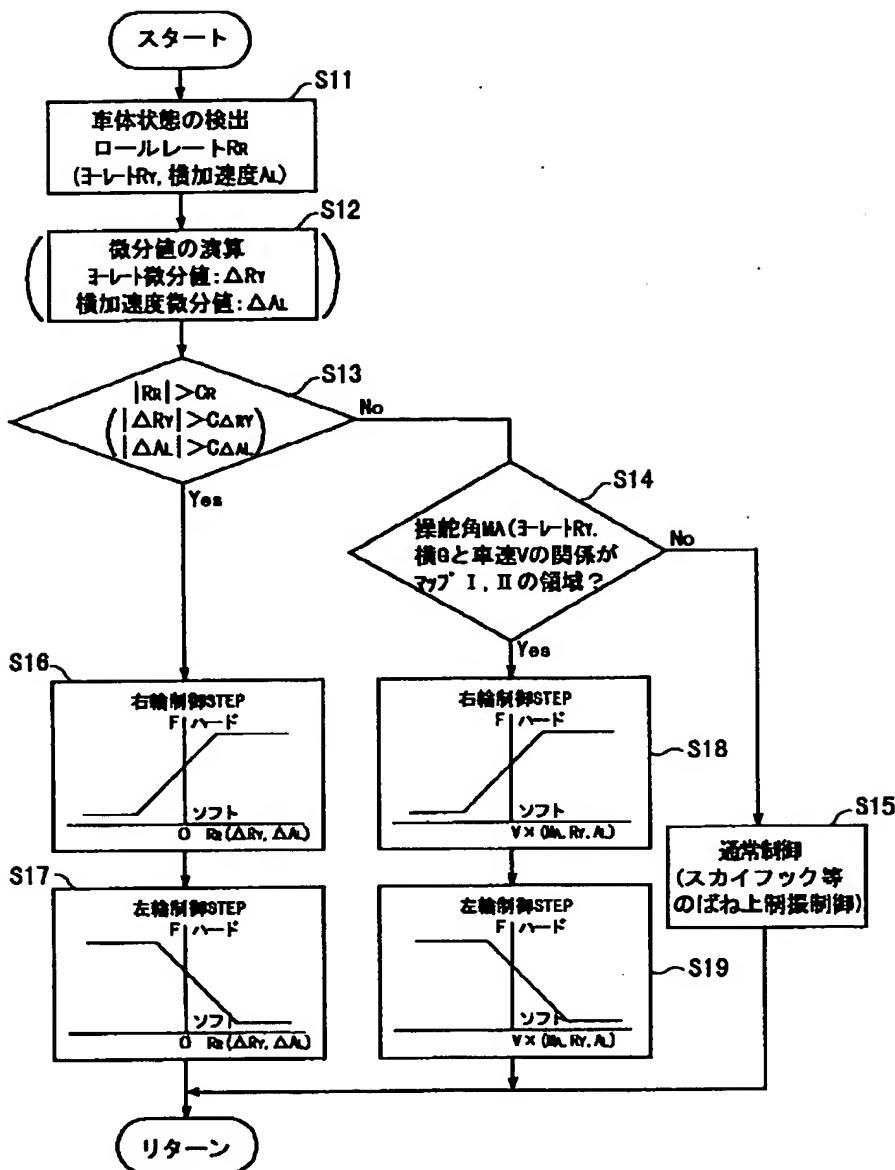
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 佐々木 和也  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動  
車株式会社内

(72)発明者 池田 茂輝  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動  
車株式会社内  
(72)発明者 橋本 佳幸  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動  
車株式会社内